

УДК 629.33:004.4

## АВТОМОБІЛЬНИЙ ІНЖИНІРИНГ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ

**О.Я. Ніконов, професор, д.т.н., Л.Є. Кулакова, провідний інженер,  
М.В. Сіндєєв, інженер, Є.М. Шпінда, інженер, ХНАДУ**

***Анотація.** Розглянуто основні тенденції розвитку та сучасні технології автомобільного інженірингу на основі інформаційних та комунікаційних технологій, штучного інтелекту і нових матеріалів.*

***Ключові слова:** автомобільний інженіринг, інформаційні та комунікаційні технології, програмні засоби, штучний інтелект*

## АВТОМОБИЛЬНЫЙ ИНЖИНИРИНГ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**О.Я. Никонов, профессор, д.т.н., Л.Е. Кулакова, ведущий инженер,  
М.В. Синдеев, инженер, Е.М. Шпинда, инженер, ХНАДУ**

***Аннотация.** Рассмотрены основные тенденции развития и современные технологии автомобильного инжиниринга на основе информационных и коммуникационных технологий, искусственного интеллекта и новых материалов.*

***Ключевые слова:** автомобильный инжиниринг, информационные и коммуникационные технологии, программные средства, искусственный интелект*

## AUTOMOTIVE ENGINEERING: MODERN TECHNOLOGIES

**O.Ya. Nikonov, professor, dr. eng. sc., L.Ye. Kulakova, lead engineer,  
M.V. Sindyeyev, engineer, Ye.M. Shpinda, engineer KhNAHU**

***Abstract.** The main development trends and modern technologies of automotive engineering based on information and communication technologies, artificial intelligence and new materials are considered.*

***Keywords:** automotive engineering, information and communication technologies, software, artificial intelligence*

### Вступ

Автомобільна техніка разом з аерокосмічною та морською технікою є галуззю машинобудування, що включає в себе елементи механічної, електричної, електронної, програмної та технології безпеки, що застосовується до проектування, виробництва та експлуатації мотоциклів, автомобілів та вантажних автомобілів. Це також включає модифікацію транспортних засобів. Дослідження автомобільної інженерії – розроблення, виготовлення та випробування транспортних засобів або компонентів транспортного засобу від етапу концепції до етапу виробництва. Автомобільний інженіринг складається з наступних основних частин: техніка безпеки, енергое-

фективність, оцінка забруднення навколишнього середовища, автомобільної електроніки, надійності, довговічності, управління якістю і т.д.

### Аналіз досліджень та публікацій

Інженіринг як сектор ринкової економіки виник півтора століття тому в Великобританії, коли вперше стали продаватися послуги інженерів (а потім і груп інженерів, об'єднаних в інженерні фірми), затребуваних промисловцями при зведенні нових заводів і модернізації існуючих.

Важливий етап розвитку інженірингу припав на 40-50-ті рр. минулого століття. Після за-

кінчення другої світової війни здійснювалися великі проекти відновлення і модернізації об'єктів промисловості в Європі, а пізніше почалася масштабна індустріалізація в країнах третього світу. У зв'язку з цим виникла нова для того часу потреба в комплексних інженерних послугах з метою реалізації проектів «під ключ». Нерідко умови контракту передбачали не тільки будівництво промислових об'єктів, а й допомогу замовнику в їх подальшій експлуатації та навчанні кадрів. Послуги в області інжинірингу стали більш різноманітними, виникли профільні внутрішні і міжнародні ринки. Теж саме і стосується автомобільного інжинірингу [1-6]. На сьогоднішньому етапі автомобільний інжиніринг базується на сам перед на інформаційно-інтелектуальних технологіях [7-9].

### Мета та постановка задачі

Метою статті є аналіз основних тенденцій розвитку та сучасні технології автомобільного інжинірингу на основі інформаційних та комунікаційних технологій.

### Сучасний процес розробки автомобільного продукту

Дослідження показують, що значна частина вартості сучасного автомобіля – це інтелектуальні системи, і що вони являють собою більшість поточних автомобільних інновацій [1-3]. Щоб полегшити це, сучасний автомобільний інженерний процес має справлятися з більш широким використанням мехатроніки. Оптимізація конфігурації та продуктивності, системна інтеграція, контроль та перевірка на системному рівні інтелектуальних систем повинні стати невід'ємною частиною стандартного технологічного процесу автомобіля, подібно до структурного, віброакустичного та кінематичного дизайну.

Одним із способів ефективного вирішення проблем, пов'язаних із розробкою систем керування, що включає в себе інтелектуальні системи, є прийняття V-підходу до розробки систем, як це було широко використано в автомобільній промисловості протягом двадцяти років і більше. У цьому V-підході вимоги системного рівня поширюються через V підсистеми проектування компонентів. Інженерія мехатронних систем вимагає застосування двох взаємозв'язаних «V-циклів»: одна з них зосереджена на інженерії багато-

фізичної системи (наприклад, механічні та електричні компоненти системи керування електроприводом, включаючи датчики та приводи); а інша зосереджена на техніці керування, контрольній логіці, програмному забезпеченні та реалізації контрольного апаратного та вбудованого програмного забезпеченні.

Альтернативний підхід називається інтелектуальною аналітикою прогнозування. Це дозволяє продовжувати дизайн після доставки продукту. Це важливо для розробки вбудованої інтелектуальної функціональності та створення транспортних засобів, які можна оптимізувати під час використання, навіть на основі даних реального використання. Цей підхід базується на створенні цифрової копії реального продукту, який залишається синхронізованим. Підтримуючи це за допомогою потужної структури керування даними, яка охоплює весь життєвий цикл продукту, долається розрив між дизайном, виробництвом та використанням продуктів.

Аналізуючи спрямовані зміни кількісного і якісного складу техногенної реальності, можна прийти до логічного висновку про те, що наростання процесу інтелектуалізації одних компонентів техносфери призводить до спонтанного сплеску – інтелектуалізації інших її компонентів. В результаті чого спостерігається синергетичний ефект. І дана тенденція, підвищуючи свою міць, набуває домінуюче значення, стаючи стержневою для всього техногенеза.

Для прикладу розглянемо створення «Інтелектуального аеродинамічного автомобіля» компанії Mercedes-Benz (рис. 1). Питанням оптимізації аеродинамічної ефективності автомобілів в компанії Mercedes-Benz задалися досить давно – з 1909 року. Перші справжні успіхи в цій галузі були досягнуті значно пізніше – в 1936 році. Тоді був створений автомобіль W25, який отримав обтічний кузов, включаючи закриті підвіску коліс і днище кузова. Фахівці провели тести в аеродинамічній трубі заводів Цепеліна у Фрідрихсхафені і добилися коефіцієнта лобового опору  $C_x$ , рівного 0,235. Через багато років на автомобілях CLA-класу 2013 року вдалося домогтися значення  $C_x$  всього в 0,22, що було рекордом серед машин серійного виробництва. У 2015 році компанія Mercedes-Benz представила концепт-кар Mercedes-Benz Concept IAA

(інтелектуальній аеродинамічній автомобіль). При створенні цього автомобіля інженери переслідували дві мети: сконструювати красиве чотирьохдверне купе і вивести аеродинамічні показники на якісно новий рівень. Коефіцієнт лобового опору Concept IAA склав 0,25 в звичайному режимі і 0,19 при активованому аеродинамічному обвісі (рис. 2 і 3). За словами представників Mercedes-Benz, експериментальний автомобіль знаменує фундаментальні зміни, що відбуваються в автомобільній промисловості на момент дебюту моделі. В першу чергу, це принцип «дигіталізації», який у світовій промисловості позначається терміном «Індустрія 4.0». В контексті автомобільного виробництва під цим терміном мається на увазі перенос всіх процесів у цифровий вигляд, починаючи від досліджень і розробок і закінчуючи продажем і обслуговуванням транспортних засобів. Головною перевагою такого підходу є істотне скорочення часу і ресурсів на кожному з етапів розробки і виробництва автомобілів. Дана практика вже принесла свої плоди: якщо раніше на розробку моделі було потрібно близько півтора року, то сьогодні цей процес займає 10 місяців – саме за такий короткий термін і був розроблений IAA Concept. Дизайнери компанії використовували останні алгоритмічні методи проектування для обробки складної геометричної конструкції. Індивідуально розроблене програмне забезпечення надало можливість створювати динамічний дизайн в тривимірному просторі, що дозволило відображати і моделювати різні стани одночасно. Результатом складного процесу розробки стало втілення віртуальної моделі в реальний автомобіль за допомогою інноваційних технологій виробництва (швидке прототипування). Експерти з питань аеродинаміки з Mercedes-Benz досягли високих показників аеродинамічній ефективності.



Рис. 1 – Mercedes-Benz Concept IAA



Рис. 2 – Mercedes-Benz Concept IAA у активованому аеродинамічному обвісі



Рис. 3 – Mercedes-Benz Concept IAA у аеродинамічній трубі

Експерименти із зовнішністю не залишили в спокої і компанію BMW. В середині 2000-х незабутній дизайнер компанії Кріс Бенгл вирішив створити машину із змінними габаритами. Для цього він зовсім позбавив її металевих панелей, одягнув у штучну шкіру і назвав GINA. Усередині кузова є рухливі елементи, які трансформують кузов. Машина може розсовувати капот, підморгувати «очима» і піднімати вгору панелі, які заміняють двері (рис. 4 і 5).



Рис. 4 – BMW GINA (трансформація 1)



Рис. 5 – BMW GINA (трансформація 2)

### Висновки

Проаналізовано основні тенденції та підходи сучасного автомобільного інжинірингу, що використовуються у машинобудівній галузі. Для ефективного автомобільного інжинірингу необхідно використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій на основі систем штучного інтелекту, наприклад, технології віртуальної, доповненої або змішаної реальності.

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф76/92-2017.

### Література

1. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я. Двадненко. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
2. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.
3. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / В.П. Волков, Ю.В. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов. – Донецк: Издательство Ноулидж, 2013. – 398 с.
4. Интеллектуальные и телематические технологии на транспорте / Волков В.П., Мырхалыков Ж.У., Грицук И.В., Никонов О.Я. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2016. – 504 с.
5. Голобородько О.О. Мехатронні системи автомобільного транспорту / О.О. Голо-

- бородько, О.О. Коробочка. – Х.: ТОВ «СМІТ», 2006. – 300с.
6. Никонов О.Я. Роботизированные автомобили: современные технологии и перспективы развития / О.Я. Никонов, Т.О. Полосухина // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – № 5. – С. 38-42.
  7. Shuliakov V. Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Regulators in the Controlled System by the Vehicle Suspension / V. Shuliakov, O. Nikonov, V. Fastovec // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. – Vol. 1, № 3, 2015. – P. 66-72.
  8. Nikonov O. Automobile information systems: a principle of image processing using deep-learning algorithms / O. Nikonov, M. Sindeyev, M. Satayev // Industrial technology and engineering, M. Auezov south Kazakhstan state university. – 2017. – №1(22). – P. 56-63.
  9. Nikonov O.J. Development of intelligent information and control technologies for efficiency upgrading of vehicle application / O.J. Nikonov, T.O. Polosukhina // Механіка та машинобудування. – НТУ «ХПІ». – 1/2017. – С. 106-111.
  6. Сахно В.П. До вибору енергоефективних конструкцій вантажних автомобілів та автопоїздів / В.П. Сахно, О.М. Тімков. – Збірник наукових праць Військової академії (м.Одеса). Технічні науки. – №2, 2014. – С. 49-54.
  7. Рудзінський В.В. Інтелектуальні транспортні системи автомобільного транспорту (функціональні основи) / В.В. Рудзінський. – Житомир: ЖДТУ, 2012. – 98 с.
  8. Кашканов А.А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту / А.А. Кашканов, В.П. Кужель, О.Г. Грисюк. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 230 с.
  9. Ніконов О.Я. Безпілотні багатоцільові транспортні засоби: Сучасні технології / О.Я. Ніконов, Л.Є. Кулакова, Т.О. Полосухіна, В.О. Чернишов // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології. – 2017. – №11. – С. 46-49.

Рецензент: В.П. Волков, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 30 листопада 2017 р.